

УДК 616-71

Т.Д. Макарова, студентка гр. ПБ-з71мн, асистент Яковенко І.О.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПЕРФОРАЦІЇ ШКІРИ ТА ЗАБОРУ КРОВІ

Анотація. У роботі наведено існуючі методи дослідження капілярної крові та розглянуто їх недоліки та переваги. Описано основні інструменти та засоби перфорації шкіри та розглянуто найбільш зручні ділянки для забору капілярної крові. Запропоновано структурно-функціональну схему системи перфорації шкіри з автоматичним забором крові та описано її роботу, яка забезпечить високий рівень якісного аналізу зразка та дозволить мінімізувати затрати на проведення аналізу.

Ключові слова: перфорація шкіри, автоматичний забір крові, капілярна кров, дослідження зразка.

ВСТУП

Для моніторингу стану здоров'я людини широко використовуються клінічні аналізи проб артеріальної, венозної та капілярної крові, так як кров містить велику кількість інформації, що стосується здоров'я людини і може застосовуватись для моніторингу її стану [1,2]. Дослідження артеріальної і венозної крові, забір якої відбувається інвазивним методом, має певні недоліки такі як: травматизації судин, больові відчуття, ризик зараження та є неприйнятними для використання в умовах обмеженого ресурсу та польових умовах [2,3]. Однак, капілярна кров містить велику кількість інформації, що використовується для моніторингу стану здоров'я людини та легко збирається мінімально інвазивною процедурою і має великий потенціал для діагностики стану організму. Методи дослідження капілярної крові є простими, швидкими та відносно недорогими, але має суттєвий недолік впливу людського фактору на процес збирання та передачі досліджуваного зразка.

Метою роботи є створення автоматизованої системи перфорації шкіри з автоматичним забором крові, що забезпечить високий рівень якісної діагностики захворювань і моніторингу стану здоров'я та допоможе знизити вплив людського фактору на достовірність результатів.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ КАПІЛЯРНОЇ КРОВІ

Існуючі методи забору капілярної крові дозволяють більш широко використовувати їх порівняно з артеріальною і венозною, оскільки вони реалізуються більш простими інструментами для перфорації шкіри (ланцет, нано голки і інше) та є схваленими для проведення поза клінічною лабораторією (наприклад вдома) [4]. За рахунок особливості капіляру, який представляє собою невелику одношарову кров'яну судину в якій бракує еластичною тканини, як у великих кровоносних судинах, ми маємо можливість збирати капілярну кров з різних ділянок тіла (рис.1), що дозволяє використовувати даний метод для людей похилого віку та у новонароджених [5].

Всі існуючі методи дослідження капілярної крові можна поділити на: інвазивні, малоінвазивні та неінвазивні. Інвазивні методи проводять прокол для забору крові за допомогою простого ланцету (рис.2,а), що крім ризику зараження, є надзвичайно болючою та травматичною процедурою.

Неінвазивні методи не порушують цілісність тканин (рис.2,б), та використовують спектральний аналіз в інфрачервоній (ІЧ) області, раманівську

спектроскопію, фотоакустичну спектроскопію, властивості поляризації та розсіювання пучка світла що проходить через біологічний об'єкт. Дані методи мають недоліки, що пов'язані зі встановленням правильного кореляційного зв'язку між параметрами та подальшим його аналізом [5].

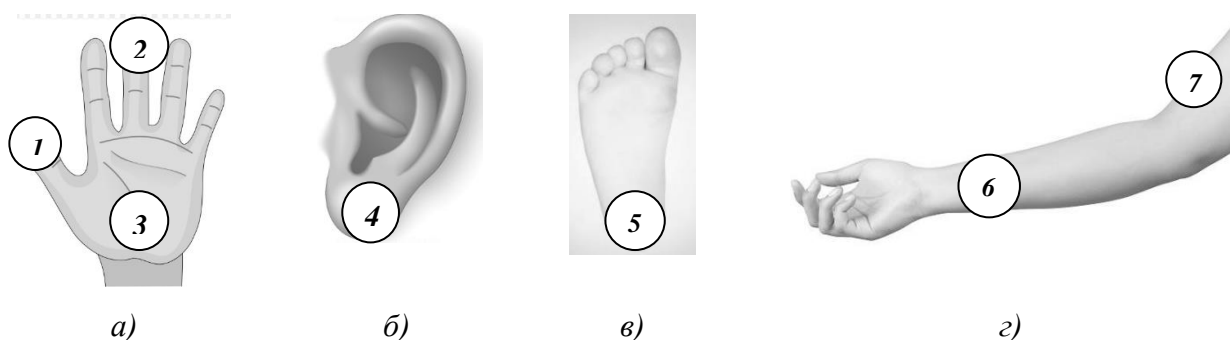


Рисунок 1. Місця забору артеріальної крові: а) кисть руки: 1 – великий палець, 2 – середній палець, 3 – долоня; б) вухо: 4 – хвіст завитка; в) стопа новонародженої дитини: 5 – п'ятка; г) рука: 6 – передпліччя, 7 – рука.

Найбільш перспективними є малоінвазивні методи з різними способами перфорації шкіри для забору крові, що відкриває більш широкий спектр використання капілярної крові в діагностиці та моніторингу здоров'я людини. Найчастіше для реалізації забору крові використовують перфорацію шкіри за допомогою наноголок (рис.2,в), що дозволяє зменшити ризики потрапляння інфекцій та знизити больові відчуття.

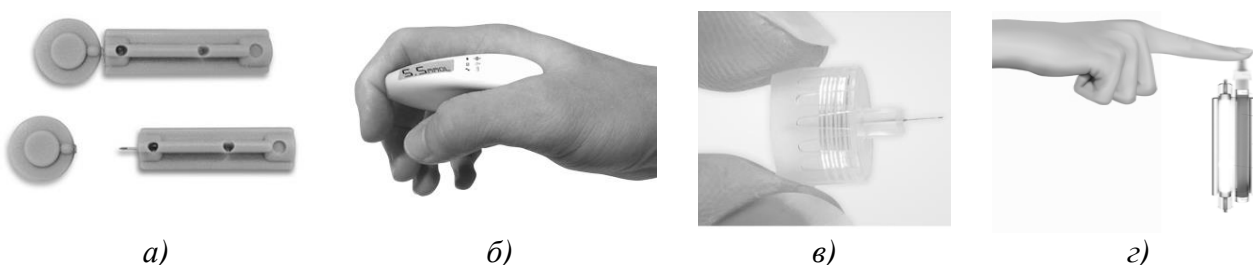


Рисунок 2. Методи та засоби дослідження капілярної крові: а) ланцет; б) неінвазивний глюкометр; в) наноголка; г) перфорація використанням лазера Er:YAG 2940 нм.

Також до малоінвазивних методів відноситься перфорація шкіри за допомогою використання лазера Er:YAG 2940 нм (рис.2,г), який завдяки коротким імпульсам зменшує травматизацію шкіри та больові відчуття утворюючи невеликий отвір, що значно знижує ризик зараження.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПЕРФОРАЦІЇ ШКІРИ ТА ЗАБОРУ КРОВІ

В даній роботі авторами запропоновано систему перфорації шкіри з автоматичним забором крові, структурно-функціональна схема якої наведена на рис.3. Вона складається з блоку перфорації, який може переміщуватись в горизонтальному та вертикальному напрямках за допомогою системи переміщення та позиціонування, а також з модулю індикації рідини, який визначає рівень крові в пробірці (модулі забору). В свою чергу блок перфорації

складається з модулю перфорації, що може бути виконаний у вигляді відкидної ланцети, та з модулю забору зразку, що може бути виконаний у вигляді пробірки. Модуль забору зразку пов'язаний з системою індикації (наприклад, оптичної), з вакуумним насосом, який за рахунок дна пробірки у вигляді діафрагми, може змінювати тиск в самій пробірці, а також із зовнішніми системами пломбування та зчитування. Робота системи переміщення та позиціонування і вакуумного насосу здійснюється двома кроковими двигунами, що керуються блоком керування та обробки.

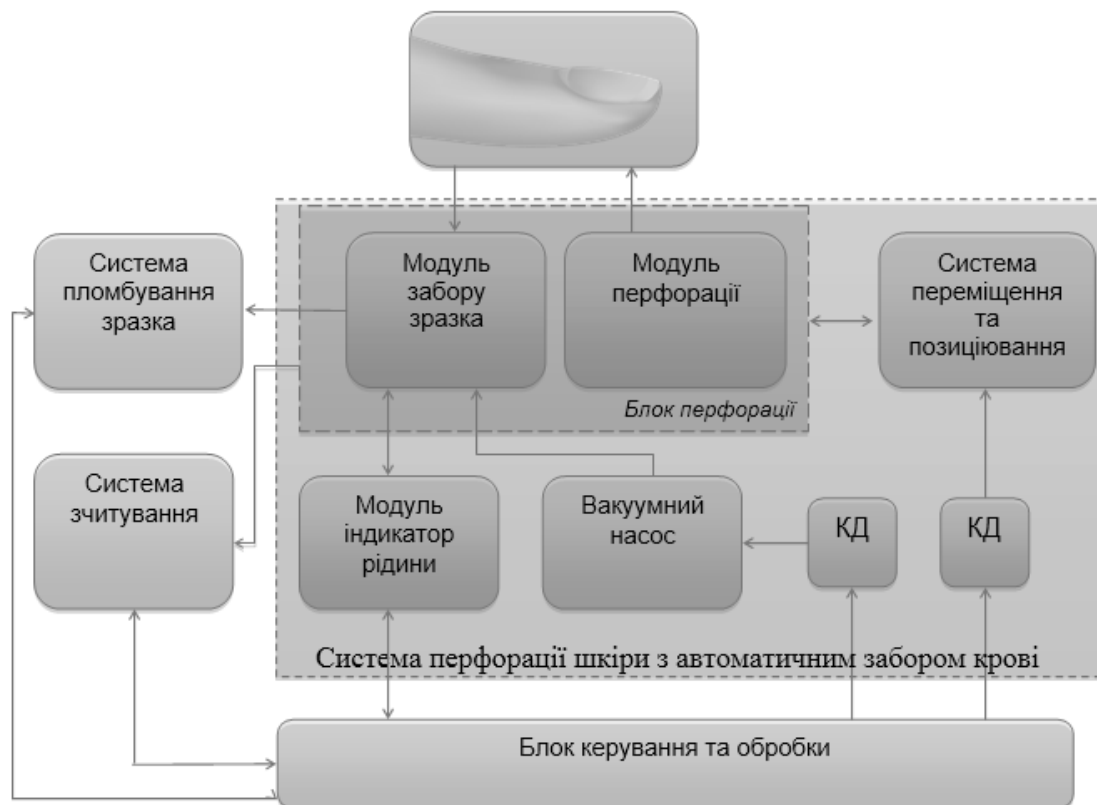


Рисунок 3. Структурно-функціональна схема системи перфорації шкіри з автоматичним забором крові (КД – кроковий двигун)

Запропонована системи перфорації шкіри з автоматичним забором крові працює наступним чином. Після ідентифікації пальця пацієнта (в роботі не розглядається), блок перфорації встановлюється у необхідне положення і при незначному переміщенні вгору здійснюється прокол. При зміні тиску в пробірці капілярна кров потрапляє в середину до тих пір, поки модуль індикації не дасть сигнал на блок керування про достатній об'єм крові та не відключить роботу вакуумного насоса. Далі система зчитування сканує штрих-код з пробірки та передає його в карту пацієнта (на схемі не показано). Система переміщення та позиціонування подає блок перфорації до системи пломбування, яка герметично закупорює пробірку.

На виході отримуємо герметично запломбовану пробірку з біологічним матеріалом та штрих-кодом, який прив'язаний до конкретного пацієнта. Перевагами запропонованої системи є підвищення захисту результатів від цілеспрямованої підміни.

ВИСНОВКИ

Якість і кількість отриманих зразків значною мірою залежать від спеціалістів, що їх відбирають та вимог, яким зразки повинні відповідати. Основними вимогами до зразків для досліджень є законність та достовірність, що напряду залежить від людського фактору. Тому, розробка автоматизованої системи забору крові є об'єктивною передумовою успішного проведення дослідження крові, та достовірного і своєчасного встановлення діагнозу, а також надасть змогу використовувати результати досліджень для проведення страхування здоров'я людини, зменшуючи випадки шахрайства на етапі встановлення діагнозу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Катеренчук І.П. Клінічне тлумачення і діагностичне значення лабораторних показників у клініці внутрішньої медицини: Навчальний посібник/ І.П. Катеренчук — Полтава, 2015, — 270с.
2. Мишанич Т.В. Особливості змін лабораторних та імунологічних показників у хворих на поєднану патологію підшлункової залози / Т.В. Мишанич, О.М. Москаль, Т.В. Маркуліна, М.А. Дербак, Е.Й. Архій // Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина», випуск 2 (41), 2011— 320-323с.
3. Gregory C. J. Capillary blood glucose monitoring, in-patient hypoglycaemia and quality of care /Gregory Charles Jones, Colin G Perry, Andrew Monaghan // The British Journal of Diabetes & Vascular Disease 15(1) — March 2015, DOI:10.15277/bjdvd.2014.041
4. Jasna Lenicek Krleza. Capillary blood sampling: national recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine/ Jasna Lenicek Krleza, Adrijana Dorotic // Biochem Med (Zagreb) – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4622200/> - 2015.
5. Tang R. Capillary blood for point-of-care testing / R. Tang, H. Yang, JR. Choi – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28763247> - 2017 Aug.